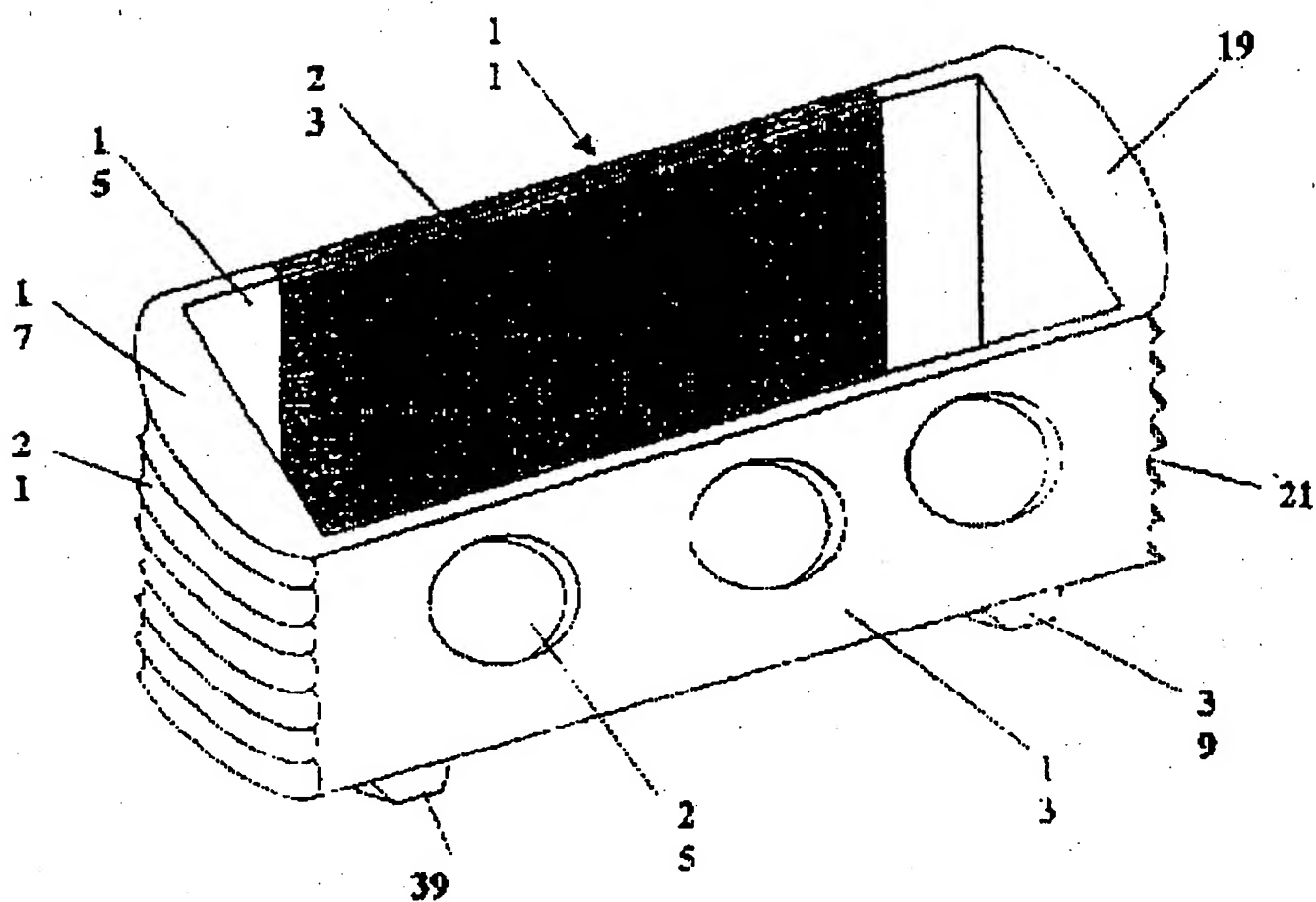


AN: PAT 2003-664889
TI: Electromagnetic coil of rectangular shape for engine valve control has longitudinal side wall(s) of winding bearer that is formed at least partly of metal sheet for improved heat removal
PN: DE10202476-A1
PD: 07.08.2003
AB: NOVELTY - The device has a winding bearer (11) of insulating material of essentially rectangular frame shape and a coil winding wound on the outer periphery of the bearer with black lacquer wire whose shape is adapted to the rectangular shape of the winding bearer. For improved heat removal at least one longitudinal side wall (15) of the bearer is formed at least partly of metal sheet (23). DETAILED DESCRIPTION - AN INDEPENDENT CLAIM is also included for the following: a method of manufacturing an inventive device.; USE - Especially for an electrical valve drive for electromagnetic valve control of an internal combustion engine. ADVANTAGE - Optimized for the purpose, especially in terms of size, and enables low power loss with good heat removal. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic perspective representation of an inventive winding bearer winding bearer 11 longitudinal side wall 15 metal sheet 23
PA: (BAYM) BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG;
(TYCO-) TYCO ELECTRONICS BELGIUM EC NV;
IN: BRAUWER H; DESSEIN J; KELLERMANN H; MEYER J;
SCHIMMELPFENNIG D; DE BRAUWER H;
FA: DE10202476-A1 07.08.2003; DE10202476-B4 29.09.2005;
CO: DE;
IC: F01L-009/04; H01F-027/08; H01F-027/28; H01F-041/04;
MC: V02-E02A1; X22-A11;
DC: Q51; V02; X22;
FN: 2003664889.gif
PR: DE1002476 23.01.2002;
FP: 07.08.2003
UP: 11.10.2005



03P03817



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 02 476 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
H 01 F 27/08
H 01 F 41/04

⑲ Aktenzeichen: 102 02 476.6
⑳ Anmeldetag: 23. 1. 2002
㉑ Offenlegungstag: 7. 8. 2003

DE 102 02 476 A 1

⑦① **Anmelder:**

Tyco Electronics Belgium EC N.V., Oostkamp, BE;
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,
DE

⑦④ **Vertreter:**

Clunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

⑦② **Erfinder:**

Brauer, Hans de, Damme, BE; Dessein, Jan,
Blankenberge, BE; Kellermann, Helmut, Dr., 85764
Oberschleißheim, DE; Schimmelpfennig, Dierk,
80801 München, DE; Meyer, Johannes, 85757
Karlsfeld, DE

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**

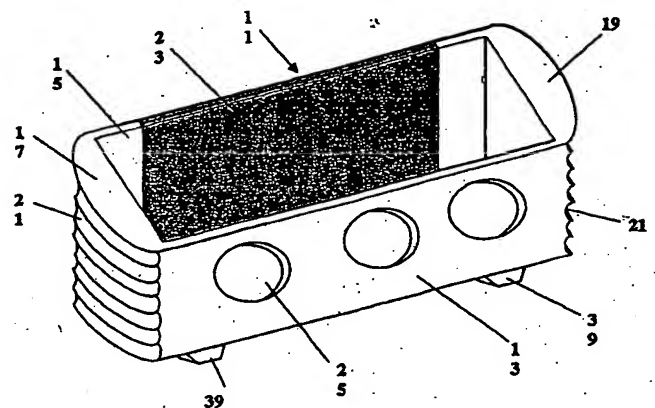
DE	199 63 718 A1
DE	199 51 709 A1
DE	195 29 725 A1
DE	38 42 735 A1
DE	36 34 668 A1
DE	81 33 597 U1
DE	18 09 595 U
EP	07 96 981 B1
19	197 49 810 A1
JP	00-1 79 317 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Elektromagnetische Spule mit Rechteckform**

⑤⑦ Elektromagnetische Spule, aufweisend einen mit Isoliermaterial aufgebauten Wicklungsträger (11) mit im Wesentlichen rechteckiger Rahmenform und eine auf den Außenumfang des Wicklungsträgers mit Backlackdraht gewickelte Spulenwicklung mit einer an die Form des Wicklungsträgers (11) angepassten Rechteckform, wobei zur besseren Wärmeableitung wenigstens eine Längsseitenwand (15) des Wicklungsträgers (11) mindestens teilweise mit Metallblech (23) aufgebaut ist.



DE 102 02 476 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektromagnetische Spule, insbesondere für einen elektrischen Ventiltrieb zur elektromagnetischen Ventilsteuerung einer Brennkraftmaschine, und ein Verfahren zu deren Herstellung.

[0002] Elektromagnetische Betätigungsvorrichtungen für Brennkraftmaschinen-Hubventile sind bekannt aus der JP-A-2000-179317 und aus der EP-B-0 796 981. Die Betätigungsvorrichtung der erstgenannten Druckschrift umfaßt eine zylinderförmige elektromagnetische Spule mit einem zylinderförmigen Innenjoch, einer auf das Innenjoch gewickelten Spulenwicklung und einem zylinderförmigen Außenjoch, welches das bewickelte Innenjoch aufnimmt. Die aus der zweitgenannten Druckschrift bekannte Betätigungsvorrichtung enthält eine elektromagnetische Spule mit einem rechteckförmigen Spulenkern und einer auf diesen Kern gewickelten Spulenwicklung mit Rechteckform. Damit wird erreicht, daß in dem engen Raum, der für die Unterbringung der elektromagnetischen Spule in dem Zylinderkopf einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine zur Verfügung steht, insbesondere wenn je Zylinder zwei oder mehr Ventile vorgesehen sind, eine genügend hohe Ventilbetätigungskräfte aufbringende Magnetspule untergebracht werden kann.

[0003] Mit der vorliegenden Erfindung soll eine für den genannten Einsatzzweck geeignete elektromagnetische Spule geschaffen werden, die für den genannten Einsatz insbesondere hinsichtlich ihrer Baugröße optimiert ist und geringe Verlustleistung bei guter Wärmeableitung ermöglicht.

[0004] Dies wird mit einer elektromagnetischen Spule der im Patentanspruch 1 angegebenen Art erreicht, die mit dem im Patentanspruch 13 angegebenen Verfahren hergestellt werden kann. Ausführungsformen der elektromagnetischen Spule und des Verfahrens zu deren Herstellung sind in den abhängigen Ansprüchen dargelegt.

[0005] Eine erfindungsgemäße elektromagnetische Spule umfaßt einen mit Isoliermaterial aufgebauten Wicklungsträger mit im wesentlichen rechteckiger Rahmenform und eine auf den Außenumfang des Wicklungsträgers mit Backlackdraht gewickelte Spulenwicklung mit einer an die Form des Wicklungsträgers angepassten Rechteckform, wobei zur besseren Wärmeableitung wenigstens eine Längsseitenwand des Wicklungsträgers mindestens teilweise mit Metallblech aufgebaut ist.

[0006] Bei der erfindungsgemäßen elektromagnetischen Spule wird die Spulenwicklung nicht direkt auf den Spulenkern gewickelt sondern auf den Wicklungsträger. Die Bau-einheit aus Wicklungsträger und darauf gewickelter Spulenwicklung wird auf einen Kern eines Blechpakets Spulenkern gesteckt. Dabei ist der üblicherweise relativ feine Wicklungsdraht von dem Wicklungsträger vor Verletzungen geschützt, die ohne den Wicklungsträger beim Aufsetzenden "nackten" Spulenwickels auf den rechteckigen und damit scharfkantigen Spulenkern verletzt werden könnten. Wenigstens eine Längsseitenwand des Wicklungsträgers ist mindestens teilweise mit vorzugsweise nichtmagnetischem Metallblech, beispielsweise Aluminiumblech, aufgebaut, um eine gute Wärmeableitung von der Spulenwicklung zu dem Blechpaket zu erreichen. Der Wicklungsträger, der durch Spritzgießen hergestellt werden kann, weist vorzugsweise eine sehr geringe Wandstärke auf, vorzugsweise im Bereich von 0,1 bis 1-mm, so daß durch den Wicklungsträger kaum Platz verloren geht. Das Metallblech weist vorzugsweise die gleiche Wandstärke auf und wird in die mit ihm versehene Längsseitenwand eingespritzt.

[0007] Bei einer Ausführungsform der Erfindung sind die Schmalseitenwände des Wicklungsträgers mit Drahtführungsnuten zur positionierenden Aufnahme der unmittelbar

auf dem Wicklungsträger liegenden Drahtlage der Spulenwicklung versehen.

[0008] Der Wicklungsträger dient nicht als tragendes Spulenelement sondern erleichtert den orthozyklischen Drahtwickelprozeß, indem die erste Lage des Wicklungsdrahtes durch die Drahtführungsnuten geführt wird. Bei der bevorzugten Ausführungsform sind an den Längsseitenwänden des Wicklungsträgers keine Drahtführungsnuten vorgesehen, um den Gesamtplatzbedarf für den Wicklungsträger möglichst klein zu halten.

[0009] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer solchen elektromagnetischen Spule wird zunächst der Wicklungsträger auf einen Wickeldorn aufgesteckt. Danach wird auf den Außenumfang des Wicklungsträgers die Spulenwicklung gewickelt, und zwar mit Backlackdraht. Anschließend werden mindestens die auf den beiden Längsseitenwänden des Wicklungsträgers befindlichen Bereiche der Spulenwicklung mit einer mit dem Backlack des Backlackdrahtes nicht benetzbaren Pressvorrichtung in Richtung Wickeldorn gepreßt, derart, daß die Spulenwicklung in eine der Wicklungsträgerform entsprechende Rechteckform gebracht wird. Materialien, mit welchen die Pressvorrichtung beschichtet werden kann, um mit dem Backlack nicht benetzbar zu sein, sind Teflon (Handelsbezeichnung für Polytetrafluorethylen), Chromteflon (poröse Chromschicht mit Teflon in den Poren), Nickelteflon (poröse Nickelschicht mit Teflon in den Poren), Aluminiumoxid oder eine Diamantbeschichtung. Chromteflon und Nickelteflon sind härter, stabiler und verschleißfester als eine reine Teflon-Beschichtung, führen aber wie eine reine Teflonschicht zu Nichtbenetzbarkeit mit Backlack. Die Spulenwicklung wird mittels einer den Backlack des Backlackdrahtes erreichenden Erwärmung in der durch das Verpressen erreichten Rechteckform fixiert. Danach wird der mit der Spulenwicklung versehene Wicklungsträger vom Wickeldorn abgenommen und auf dem Kern des Blechpakets angeordnet. Aufgrund des Schutzes des Wicklungsdrahtes und der guten Gleitfähigkeit des aus Kunststoff herstellbaren Wicklungsträgers kann der Innenumfang der Spulenwicklung sehr eng an den Außenumfang des Blechpaketkerns angepaßt werden. Durch das Zusammenpressen der Spulenwicklung auf Rechteckform und die Fixierung der Spulenwicklung in dieser Rechteckform durch das Erwärmen des Backlackdrahtes lassen sich einerseits minimale Querabmessungen der Spulenwicklung erreichen und verbleibt die Spulenwicklung auch nach dem Erkalten des Backlackdrahtes von selbst in dieser Rechteckform. Die Spulenwicklung ist somit selbsttragend, sodass der Wicklungsträger keine Tragfunktion zu erfüllen braucht und entsprechend dünn und platzsparend dimensioniert werden kann. Diese Maßnahmen ermöglichen eine gute Wärmeableitung von der Spulenwicklung und eine kompakte Bauweise der elektromagnetischen Spule, so daß die Spule bei relativ hoher elektromagnetischer Leistung mit relativ wenig Platzbedarf hergestellt werden kann.

[0010] Der Backlackdraht kann beliebigen Querschnitt aufweisen, der vorzugsweise aus der Formengruppe Kreis, Rechteck, Quadrat, Sechseck und Langlochform, z. B. erhalten durch Flachpressen eines Drahtes mit kreisförmigem Querschnitt, ausgewählt ist. Eine besonders hohe Kompaktheit der Spule läßt sich durch einen Backlackdraht mit rechteckigem, vorzugsweise quadratischem Querschnitt erreichen. Dies führt zu einer höheren Packungsdichte als bei der Verwendung von Wicklungsdraht mit kreisrundem Querschnitt.

[0011] Bei einer Ausführungsform der Erfindung wird der mit der Spulenwicklung versehene und auf den Kern des Blechpakets aufgesteckte Wicklungsträger in einem wannenförmigen Spulengehäuse aus nichtmagnetischem Mate-

rial angeordnet.

[0012] Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die nach dem Einsetzen der Spule in das Spulengehäuse vorhandene Zwischenräume zwischen der Baueinheit aus Wicklungsträger und Spulenwicklung und dem Blechpaket einerseits und dem Spulengehäuse andererseits mit Vergussmasse hoher Wärmeleitfähigkeit ausgefüllt, bei der es sich vorzugsweise um eine niedrig viskose Vergussmasse wie beispielsweise Expoydharz handeln kann. Für dieses Vergießen wird vorzugsweise ein Vakuumvergussverfahren oder ein automatisches Druckgeliervfahren verwendet. Dabei wird die gesamte, die Wärmeleitung behindernde Luft aus der Spule entfernt und dadurch die Ableitung der in dem Wicklungsdraht entstehenden Wärme verbessert.

[0013] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsformen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen in schematisierter, nicht unbedingt maßstabsgetreuer Darstellung:

[0014] Fig. 1 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wicklungsträgers;

[0015] Fig. 2 eine Spulenwicklung, nachdem diese auf den Wicklungsträger gemäß Fig. 1 gewickelt worden ist;

[0016] Fig. 3 die Spulenwicklung gemäß Fig. 2 nach dem Verpressen und während des Verbackens im verpressten Zustand;

[0017] Fig. 4 eine Seitenansicht der fertig montierten und kontaktierten Baueinheit aus Wicklungsträger, Spulenwicklung, Blechpaket und Spulengehäuse, in Schnittdarstellung hinsichtlich Blechpaket und Spulengehäuse entlang der in Fig. 5 gezeigten Schnittlinie 4-4;

[0018] Fig. 5 eine Draufsicht auf die in Fig. 4 gezeigte Baueinheit;

[0019] Fig. 6 eine Schnittansicht entlang der Schnittlinie 6-6 in Fig. 5 für eine Spule mit Wicklungsdraht runden Querschnitts;

[0020] Fig. 7 eine Schnittansicht wie in Fig. 6, jedoch mit Wickeldraht rechteckigen Querschnitts;

[0021] Fig. 8 eine gegenüber Fig. 4 modifizierte Ausführungsform mit Wärmeleitplatten und mit Darstellung eines Ankers;

[0022] Fig. 9 eine Draufsicht auf die in Fig. 8 gezeigte Baueinheit; und

[0023] Fig. 10 zwei gegeneinander gesetzte Baueinheiten gemäß Fig. 8 zur Zusammenarbeit mit einem zwischen diesen befindlichen gemeinsamen Anker zur Bildung des prinzipiellen Aufbaus eines Aktuators.

[0024] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Schrägansicht einer Ausführungsform eines Wicklungsträgers 11 einer erfindungsgemäßen elektromagnetischen Spule. Der Wicklungsträger 11 hat eine im wesentlichen rechteckige Rahmenform mit zwei Längsseitenwänden 13 und 15 und zwei Schmalseitenwänden 17 und 19. Die Schmalseitenwände sind je mit einer Anzahl von Drahtführungsnuten 21 versehen, die sich bei der in Fig. 1 gezeigten Lage des Wicklungsträgers 11 je horizontal erstrecken und übereinander angeordnet sind. Die Form der Drahtführungsnuten 21 ist an die Form des Wicklungsdrahtes angepaßt, mit welchem die Spulenwicklung gewickelt werden soll. Die Drahtführungsnuten 21 dienen der positionierenden Aufnahme der unmittelbar auf dem Wicklungsträger liegenden Drahtlage der Spulenwicklung.

[0025] Der Wicklungsträger 11 besteht aus Isoliermaterial, vorzugsweise aus spritzgegossenem Kunststoff, wobei in die in Fig. 1 hintere Längsseitenwand 15 ein Blechstreifen 23 eingespritzt ist, der vorzugsweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht. Dabei ist wichtig, daß Wärme ableitendes Metallblech in solcher Form in den Wicklungsträger 11 eingespritzt wird, daß kein geschlossener Stromkreis entsteht, in dem Wirbelströme fließen können. Da Blech eine wesentlich höhere Wärmeleitfähigkeit

aufweist als Kunststoff, wird mit dem Blechstreifen 23 die Wärmeableitung 23 von der Spulenwicklung zu einem den Wicklungsträger tragenden Spulenkern wesentlich verbessert. Die Wärmeableitung kann außerdem dadurch verbessert werden, daß in den Kunststoff des Wicklungsträgers 11 Wärme leitende Füllstoffe eingebracht werden. Die in Fig. 1 vordere Längsseitenwand 13 ist mit mehreren Durchbrüchen 25 versehen, mittels welchen die Haftung von später eingebrachter Vergussmasse an dem Wicklungsträger 11 verbessert wird.

[0026] Die Wandstärke des Wicklungsträgers 11 liegt vorzugsweise im Bereich zwischen 0,1 und 1 mm, so daß der Wicklungsträger 11 nur sehr wenig zu dem Gesamtplatzbedarf der Spule beiträgt und der Erzielung einer möglichst kompakten Bauweise der Spule nicht im Wege steht. Im Hinblick auf dieses Ziel sind auch die Längsseitenwände 13 und 15 des Wicklungsträgers 11 nicht mit Drahtführungsnuten versehen. Der Blechstreifen 23 wird vorzugsweise in die entsprechende Längsseitenwand 15 des Wicklungsträgers 11 eingespritzt und hat die selbe Wandstärke wie die ihn aufnehmende Längsseitenwand 15 des Wicklungsträgers 11.

[0027] Anhand der Fig. 2 und 3 wird das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Spule näher erläutert.

[0028] Fig. 2 zeigt den Wicklungsträger 11 aufgesteckt auf einen Wickeldorn 27 mit einer Rechteckform, welche an die Rechteckform des Wicklungsträgers 11 angepaßt ist. Außerdem zeigt Fig. 2 eine auf den Außenumfang des Wicklungsträgers 11 gewickelte Spulenwicklung 29, die zunächst noch entlang der Längsseitenwände 13 und 15 verfahrensbedingte Ausbauchungen aufgrund unterschiedlicher Zugspannungen entlang des Wicklungsdrahtes aufweist, die in Fig. 2 zur Verdeutlichung etwas übertrieben dargestellt sind. Als Wicklungsdraht wird üblicherweise ein Draht aus Kupfer oder einer Kupferlegierung verwendet. Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird Wicklungsdraht mit rechteckigem, vorzugsweise quadratischem Querschnitt verwendet, um eine möglichst hohe Drahtpackungsdichte zu erzielen, das heißt, einen maximalen Kupferfüllfaktor. Erfindungsgemäß wird als Wicklungsdraht ein Backlackdraht verwendet. Dabei handelt es sich um einen Wicklungsdraht, der mit einem unter Wärme aushärtbarem (backbaren) Klebstoff versehen ist.

[0029] Nach Beendigung des Wicklungsvorgangs wird die Spulenwicklung 29 in der in Fig. 3 angedeuteten Weise einem Preßvorgang und gleichzeitig einer Backlackaushärtungserwärmung ausgesetzt, mittels welchem die Spulenwicklung auf Breiten- und Höhenmaß kalibriert wird. Dabei befindet sich der mit der Spulenwicklung 29 versehene Wicklungsträger 11 noch auf dem Wickeldorn 27 und werden die auf den beiden Längsseitenwänden 13 und 15 befindlichen Bereiche der Spulenwicklung 29 mittels zweier von dem Klebstoff des Backlackdrahtes nicht benetzbaren Preßstempel 31 in den durch Pfeile F angedeuteten Richtungen zum Wickeldorn 27 hin derart gepreßt, daß diese Wirkungsbereiche zur Anlage an den Längsseitenwänden 13 und 15 gebracht und damit die unmittelbar nach dem Wickelvorgang noch vorhandenen Ausbauchungen beseitigt werden.

[0030] Während des Preßvorgangs wird die Baueinheit aus Wicklungsträger 11 und Spulenwicklung 29 erwärmt, um den Klebstoff auf dem Backlackdraht auszuhärten und die mit dem Preßvorgang gemäß Fig. 3 erzielte Rechteckform der Spulenwicklung 29 zu fixieren. Hierzu kann ein Ofen verwendet werden, der beispielsweise auf eine Temperatur von 220°C aufgewärmt ist.

[0031] Zur elektrischen Kontaktierung der Spule sind, wie in Fig. 4 gezeigt, übliche Kontaktfahnen 33 vorgesehen, an welche die beiden Wicklungsdrahtenden 35 elektrisch angeschlossen werden, zur Minimierung des Übergangswider-

standes vorzugsweise durch Anschweißen. An die von den Wicklungsdrahtenden 35 entgegengesetzten Enden der Kontaktfahnen 33 werden Zuleitungsdrähte 37 elektrisch angeschlossen, beispielsweise durch Anlöten, Anschweißen oder mittels Klemmschneidverbindung. Danach werden die Kontaktfahnen 33 je um etwa 90° zur Außenseite der Spulenwicklung 29 hin gebogen. Beim späteren Eingießen der Spule in eine Vergussmasse liegt der Kontaktierungsbereich der Spule somit innerhalb des Bereichs der Vergussmasse und damit mechanisch und gegenüber Umwelteinflüssen geschützt. Durch das Umbiegen der Kontaktfahnen wird eine weitere Verringerung des Platzbedarfs für die erfindungsgemäße Spule erreicht.

[0032] Um eine Beschädigung des Wicklungsdrahtes, insbesondere im Bereich der Wicklungsdrahtenden 35, zu vermeiden, sind an der als Auflagefläche dienenden Unterseite des Wicklungsträgers 11 Auflagefüße 39 angeordnet.

[0033] Im Innenraum des Wicklungsträgers 11 befindet sich ein in Fig. 4 nicht sichtbarer Spulenkern 41 mit einer Rechteckform, die an die Rechteckform des Wicklungsträgers 11 angepaßt ist. Der Spulenkern 41 bildet den mittleren Schenkel eines Blechpakets 42 mit E-Profil, wie den Fig. 6 und 7 entnehmbar ist.

[0034] Nach der Kontaktierung der Spule gemäß Fig. 4 wird die Baueinheit aus Wicklungsträger 11, Spulenwicklung 29 und Blechpaket 41, 42 in ein wannenförmiges Spulengehäuse 43 eingesetzt, wie in Draufsicht in Fig. 5 und den Schnittansichten in den Fig. 6 und 7 längs der Schnittlinie A-A in Fig. 5 zu sehen ist.

[0035] Das E-Profil 41, 42 besteht in üblicher Weise aus einem stanzpaketierte Blechpaket, um die Bildung von Wirbelströmen gering zu halten. Als Material für das Spulengehäuse 43 eignet sich beispielsweise Leichtmetall, z. B. Aluminium.

[0036] In Fig. 6 ist eine Spulenwicklung 29 mit einem Wicklungsdraht mit kreisförmigem Querschnitt dargestellt. Dieses Beispiel zeigt, daß Fülllücken zwischen den einzelnen einander benachbarten Drähten bleiben. Bevorzugt ist daher eine Spulenwicklung mit einem Spulendraht, der einen rechteckigen, insbesondere quadratischen Querschnitt aufweist, wie in Fig. 7 dargestellt.

[0037] Zwischen dem Spulenkern 41 und den Innenwänden des Wicklungsträgers 11 einerseits und zwischen der Außenseite der Spulenwicklung 29 und den benachbarten Außenschchenkeln des E-förmigen Blechpakets 42 bleiben aus Toleranzgründen ein Innenspalt 45 bzw. ein Außenspalt 47. Durch Vergießen der Spule mit einer (in den Zeichnungen nicht gezeigten) Vergussmasse, wofür eine niedrig viskose Vergussmasse wie beispielsweise Epoxiharz mit hoher Wärmeleitfähigkeit besonders bevorzugt wird, werden der Innenspalt 45 und der Außenspalt 47 vergossen. Bei einem bevorzugten Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Spule wird ein an sich bekanntes Vakuumvergussverfahren verwendet, bei welchem die Vergussmasse unter Vakuum eingebracht und in sämtliche Zwischenräume der Spule gesaugt wird. Auf diese Weise werden nicht nur der Innenspalt 45 und der Außenspalt 47 sondern auch sämtliche weiteren Zwischenräume mit Vergussmasse gefüllt, auch zwischen den Wicklungsdrahtlagen, so daß sich dort keine als Wärmeleitbarriere wirkende Luft halten kann.

[0038] Die Fig. 8 und 9 zeigen in teilweiser geschnittener Seitenansicht bzw. in Draufsicht eine Ausführungsform der Erfindung, bei welcher es sich um eine Modifikation der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform handelt. Bei dieser Modifikation sind die Stirnseitenwände des Spulengehäuses 43 höher nach oben gezogen als bei der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform und sind oberhalb der Baueinheit aus

Wicklungsträger 11 und Spulenwicklung 29 an beiden Längsenden dieser Baueinheit je eine Wärmeleitplatte 49 angeordnet, die einerseits mit der Oberseite des Spulenkerns 41 und andererseits mit den Seitenwänden des Spulengehäuses 43 in Berührung sind und in der Spulenwicklung 29 erzeugte Wärme zum Spulengehäuse 43 hin ableiten. Die Wärmeleitplatten 49 können beim Vergießen eingelegt werden, nachträglich eingeklebt werden oder nur formschlüssig eingefügt werden. Wichtig dabei ist, daß die Wärmeleitfähigkeit beeinträchtigende Spalte zwischen den Wärmeleitplatten 49, dem Spulengehäuse 43 und der Vergussmasse vermieden werden.

[0039] Bei den Ausführungsformen sowohl nach Fig. 4 als auch nach Fig. 8 werden Hohlräume 48 zwischen den Baueinheiten aus Wicklungsträger 11, Spulenwicklung 29 und Blechpaket 43 einerseits und dem Spulengehäuse andererseits mit Vergussmasse hoher Wärmeleitfähigkeit ausgegossen, um als Wärmebarriere wirkende Luft auszuschalten und eine gute Wärmeableitung von der Spulenwicklung in das Spulengehäuse zu erzielen.

[0040] In den Fig. 8 und 9 ist ein plattenförmiger Anker 51 dargestellt, der bei Erregung der Spule zum Spulenkern 41 hin bewegt wird. Dabei füllen die Wärmeleitplatten 49 den Raum aus, der nicht für den Freigang des plattenförmigen Ankers 51 benötigt wird.

[0041] In Fig. 10 ist eine Ausführungsform gezeigt, wie sie für die elektromagnetische Betätigung von Ventilen von Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschinen bevorzugt wird. Dabei sind zwei der in Fig. 8 gezeigten Spulen gegeneinander liegend zu einem Aktuator angeordnet und miteinander verbunden, vorzugsweise verschraubt, derart, daß deren Wärmeleitplatten 49 sich gegenüberliegen und die Spulenkern 41 der beiden Spulen zueinander weisen. In dem zwischen den sich gegenüberliegenden Wärmeleitplatten 49 gebildeten Hohlraum befindet sich ein beiden Spulen gemeinsamer Anker 51, der je nachdem, ob die (in Fig. 10) obere oder untere Spule erregt wird, in Richtung zum Spulenkern 41 der oberen bzw. der unteren Spule bewegt wird. Dabei wird ein (in den Figuren nicht gezeigter) mit dem Anker 51 verbundener Ventilschaft in die Ventilschließstellung bzw. in die Ventiloffenstellung gebracht. Durch die vergrößerte Kontaktfläche zwischen oberem Spulengehäuse 43 und unterem Spulengehäuse 43 wird die Wärmeableitung, insbesondere aus der oberen Spule, in den Zylinderkopf und dessen Kühlkreislauf verbessert.

[0042] Mit der beschriebenen Spule werden insbesondere folgende Vorteile erreicht:

1. Bei einer Spule mit E-förmigem Blechpaket führt die Rechteckform zur geringsten Drahtlänge. Eine geringere Drahtlänge und der hohe Kupfer-Füllfaktor bei der Verwendung von Wicklungsdraht mit Rechteckquerschnitt führen zu einem geringeren ohmschen Widerstand und damit zu einer geringeren elektrischen Verlustleistung und entsprechend verringerter Wärmeentwicklung.
2. Aufgrund des hohen Kupfer-Füllfaktors und der dadurch reduzierten Möglichkeit von Lufteinlagerungen zwischen den Wicklungsdrähten kommt es zu einer geringeren Wärmedämmung und damit zu einer besseren Wärmeableitung, die noch durch den Blechstreifen 23 in der einen Längsseitenwand 15 des Wicklungsträgers 11 und durch das Vergießen mit Vergussmasse verbessert wird. Eine weitere Verbesserung der Wärmeableitung bringen die Wärmeleitplatten 49 mit sich.
3. Die verbesserte Wärmeableitung und die damit einhergehende geringere Wärmeentwicklung führen zu einem geringeren ohmschen Widerstand, da dieser mit

steigender Temperatur zunimmt, was geringere elektrische Verluste bedeutet.

4. Die relativ kleine Baugröße einer erfindungsgemäßen Spule führt nicht nur zu einem geringeren Gewicht sondern auch zu kleineren Außenmaßen eines die Spule verwendenden Aktuators, was im Zusammenhang mit elektromagnetischer Ventilsteuerung von Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschinen besonders bedeutsam ist. Mit der geringen Baugröße gehen auch geringe Spaltweiten zwischen einzelnen Komponenten der Spule einher, die eine verbesserte Wärmeabfuhr und damit Wärmeableitung mit sich bringen.

5. Das Umbiegen der Kontaktfahnen 33 verringert den benötigten Bauraum. Das Einbetten der Kontaktfahnen 33 in die Vergussmasse führt zu einem besseren Schutz der Kontaktfahnen 33.

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Spule aufweisend:
einen mit Isoliermaterial aufgebauten Wicklungsträger (11) mit im wesentlichen rechteckiger Rahmenform; und
eine auf den Außenumfang des Wicklungsträgers (11) mit Backlackdraht gewickelte Spulenwicklung (29) mit einer an die Form des Wicklungsträgers (11) angepassten Rechteckform;
wobei zur besseren Wärmeableitung wenigstens eine Längsseitenwand (15) des Wicklungsträgers (11) mindestens teilweise mit Metallblech (23) aufgebaut ist.
2. Spule nach Anspruch 1, bei welchem das Metallblech (23) aus Material hoher Wärmeleitfähigkeit besteht.
3. Spule nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem das Metallblech (23) aus nichtmagnetischem Material besteht.
4. Spule nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die Längsseitenwände (13, 15) und das Metallblech (23) des Wicklungsträgers (11) eine Wandstärke im Bereich von etwa 0,1 bis 1 mm aufweisen.
5. Spule nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei welcher die Schmalseitenwände (17, 19) des Wicklungsträgers (11) mit Drahtführungsnoten (21) zur positionierenden Aufnahme der unmittelbar auf dem Wicklungsträger (11) liegenden Drahtlage der Spulenwicklung (29) versehen sind.
6. Spule nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einem mit magnetisierbarem Material aufgebauten Blechpaket (41, 42), das einen den Innenraum des Wicklungsträgers (11) im wesentlichen ausfüllenden Kern (41) aufweist.
7. Spule nach Anspruch 6, bei welcher Zwischenräume (45, 47) zwischen dem mit der Spulenwicklung (29) versehenen Wicklungsträger (11) und dem Blechpaket (41, 42) und gegebenenfalls zwischen den einzelnen Drahtlagen der Spulenwicklung (29) mit einer Vergussmasse hoher Wärmeleitfähigkeit ausgefüllt sind.
8. Spule nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei welcher der mit der Spulenwicklung (29) versehene Wicklungsträger (11) und das Blechpaket (41, 42) in einem wannenförmigen Spulengehäuse (43) aus Leichtmetall angeordnet sind.
9. Spule nach Anspruch 8, bei welcher Zwischenräume (48) zwischen dem mit dem Wicklungsträger (11) und der Spulenwicklung (29) versehenen Blechpaket (41, 42) und dem Spulengehäuse (43) mit einer Vergussmasse hoher Wärmeleitfähigkeit ausgefüllt sind.

10. Spule nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei welcher mindestens eine Längsseitenwand (13) des Wicklungsträgers (11) mit mindestens einem Durchbruch (25) zur besseren Haftung der Vergussmasse an dem Wicklungsträger (11) versehen ist.

11. Spule nach einem der Ansprüche 1 bis 10, deren Spulenwicklung (29) mit einem Wicklungsdraht gewickelt ist, der einen aus der Formengruppe Kreis, Rechteck, Quadrat, Sechseck und Langlochform, z. B. erhalten durch Flachpressen eines Drahtes mit kreisförmigem Querschnitt, ausgewählten Querschnitt aufweist.

12. Spule nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit Kontaktfahnen (33), die einerseits mit Wicklungsdrahtenden (35) und andererseits mit Zuleitungsdrähten (37) verbunden sind und zur Außenseite der Spulenwicklung hingebogen und in die Vergussmasse eingegossen sind.

13. Spule nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei welcher mindestens eine sowohl mit dem Blechpaket (42) als auch dem Spulengehäuse (43) und der Vergussmasse in Berührung befindliche Wärmeleitplatte (49) vorgesehen ist.

14. Verfahren zur Herstellung einer elektromagnetischen Spule, mit den folgenden Herstellungsschritten:

- a) ein mit Isoliermaterial aufgebauter Wicklungsträger (11) mit im wesentlichen rechteckiger Rahmenform wird auf einen Wickeldorn (27) aufgesteckt;
- b) auf den Außenumfang des Wicklungsträgers (11) wird mit Backlackdraht eine Spulenwicklung (29) gewickelt;
- c) mindestens die auf den beiden Längsseitenwänden (13, 15) des Wicklungsträgers (11) befindlichen Bereiche der Spulenwicklung (29) werden mit einer mit dem Backlack des Backlackdrahtes nicht benetzbaren Pressvorrichtung (31) in Richtung Wickeldorn (27) gepresst, derart, dass die Spulenwicklung (29) in eine der Wicklungsträgerform entsprechende Rechteckform gebracht wird;
- d) die Spulenwicklung (29) wird während des Pressvorgangs mittels einer des Backlackdraht härtenden Erwärmung in der durch das Verpressen erreichten Rechteckform fixiert; und
- e) der mit der Spulenwicklung (29) versehene Wicklungsträger (11) wird vom Wickeldorn (27) abgenommen.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei welchem die Schmalseitenwände (17, 19) des Wicklungsträgers (11) mit Drahtführungsnoten (21) zur positionierenden Aufnahme der unmittelbar auf dem Wicklungsträger (11) liegenden Drahtlage der Spulenwicklung (29) versehen werden.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, bei welchem die Spulenwicklung (29) mit einem Wicklungsdraht gewickelt wird, der einen aus der Formengruppe Kreis, Rechteck, Quadrat, Sechseck und Langlochform, z. B. erhalten durch Flachpressen eines Drahtes mit kreisförmigem Querschnitt, ausgewählten Querschnitt aufweist.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, bei welchem im Innenraum des mit der Spulenwicklung (29) versehenen Wicklungsträgers (11) ein mit magnetisierbarem Material aufgebautes Blechpaket (41, 42) angeordnet wird, das einen den Innenraum des Wicklungsträgers (11) im wesentlichen ausfüllenden Kern (41) aufweist.

18. Verfahren nach Anspruch 17, bei welchem Zwischenräume (45, 47) zwischen dem mit der Spulenwicklung (29) versehenen Wicklungsträger (11) und dem Blechpaket (41, 42) und gegebenenfalls zwischen den einzelnen Drahtlagen der Spulenwicklung (29) mit einer Vergussmasse hoher Wärmeleitfähigkeit ausgefüllt werden. 5

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, bei welchem der mit der Spulenwicklung (29) versehene Wicklungsträger (11) und das Blechpaket (41, 42) in einem wannenförmigen Spulengehäuse (43) aus nichtmagnetischem Material angeordnet werden. 10

20. Verfahren nach Anspruch 19, bei welchem Zwischenräume (48) zwischen dem mit dem Wicklungsträger (11) und der Spulenwicklung (29) versehenen Blechpaket (41, 42) und dem Spulengehäuse (43) mit einer Vergussmasse hoher Wärmeleitfähigkeit ausgefüllt werden. 15

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, bei welchem für das Vergießen mit Vergussmasse ein Vakuumgießverfahren, ein automatisches Druckgießverfahren oder ein Spritzgussverfahren angewendet wird. 20

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

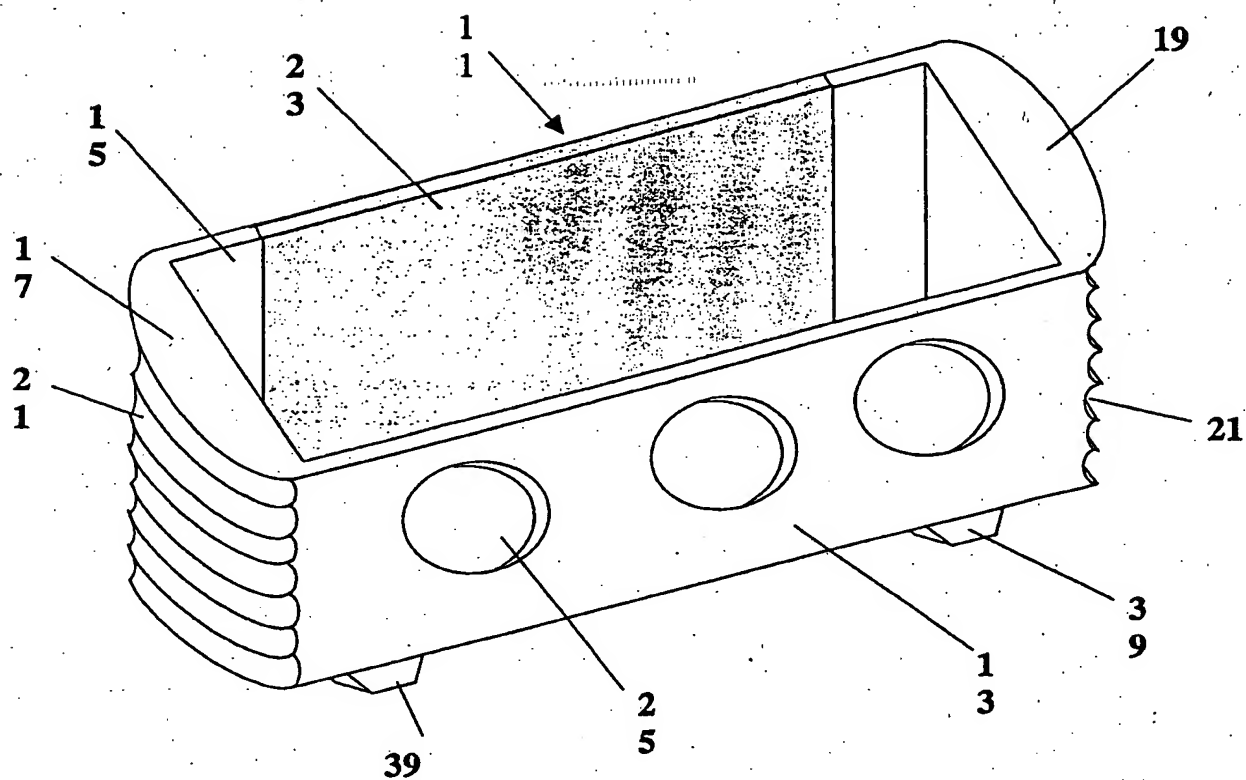


FIG. 1

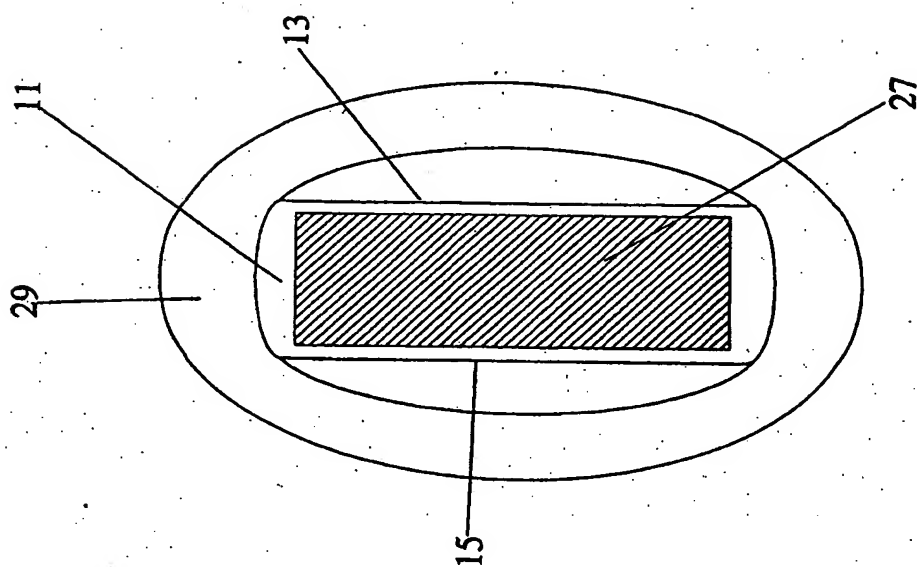


FIG. 2

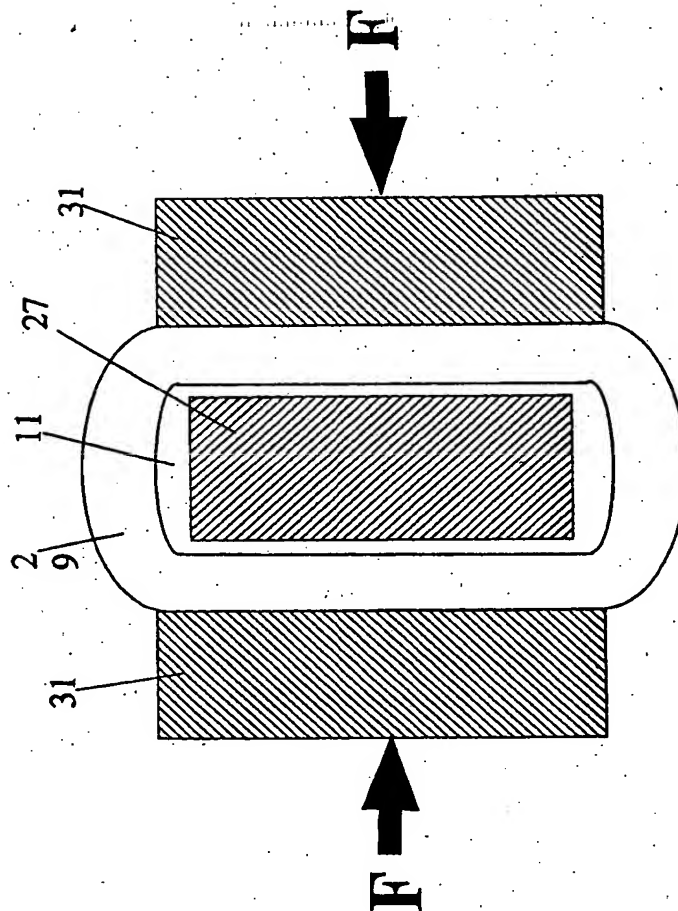
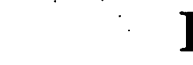


FIG. 3



FIG. 4



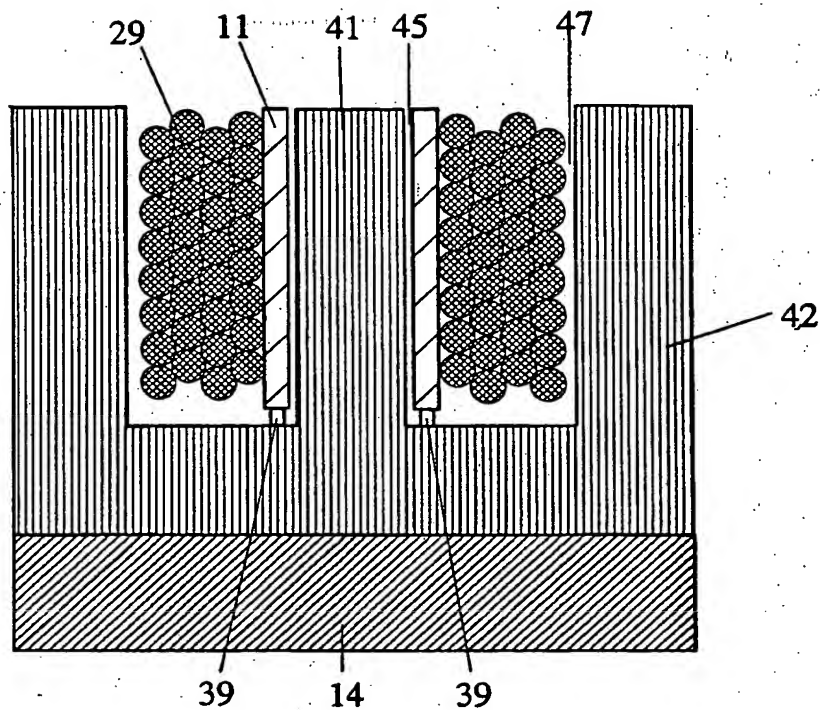


FIG. 6

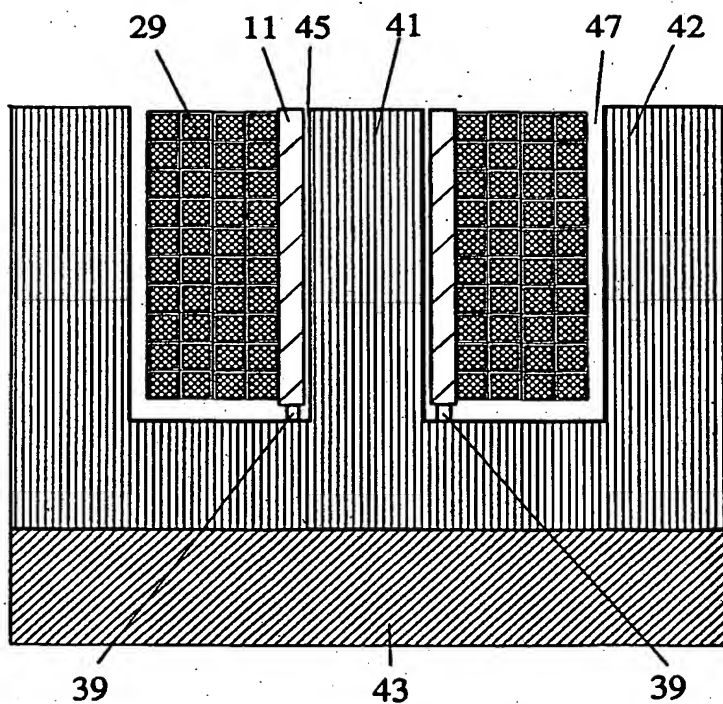


FIG. 7

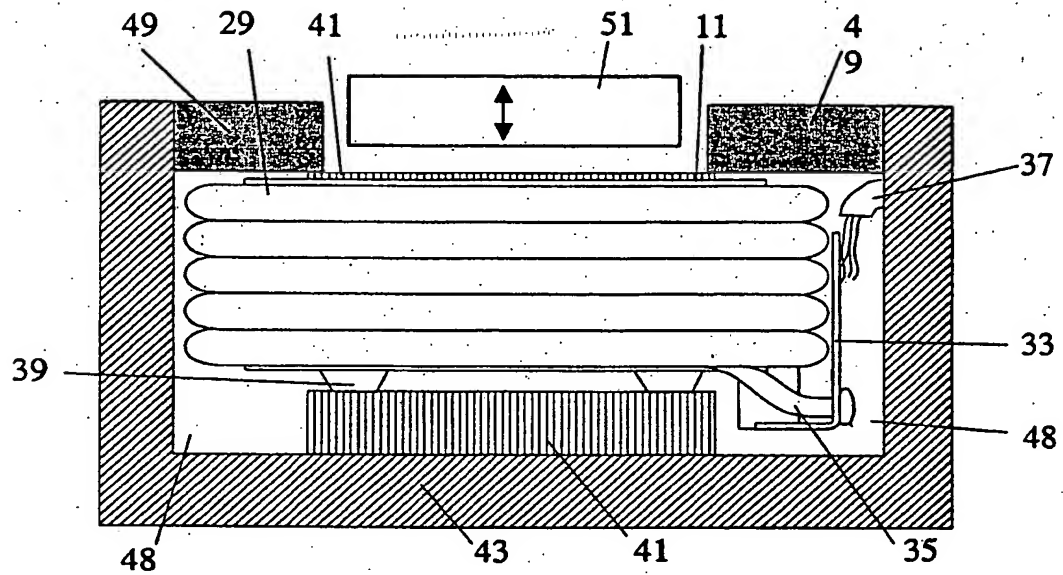


FIG. 8

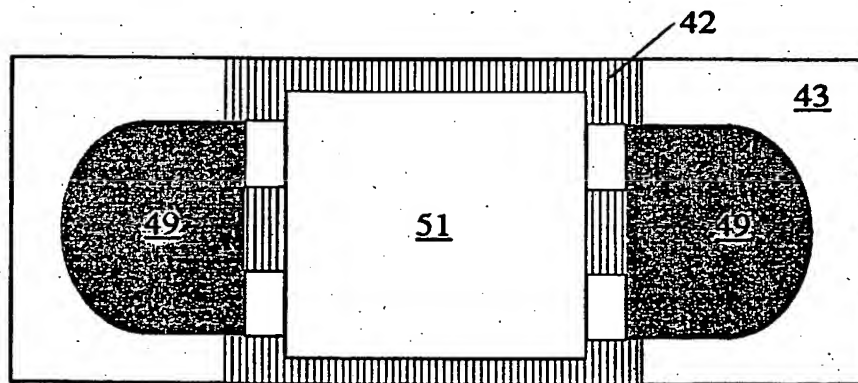


FIG. 9

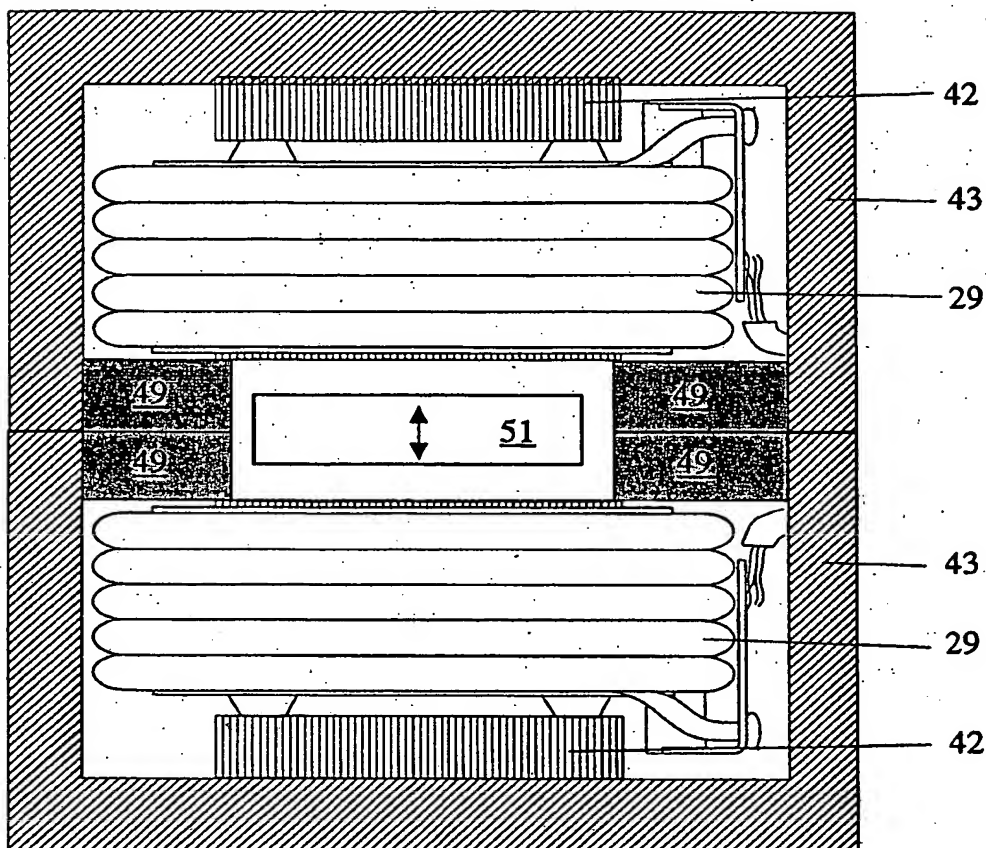


FIG. 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.